

METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING LOAD OF MOTOR

Patent Number: JP9103051
Publication date: 1997-04-15
Inventor(s): SHIGA KOJI; OSADA MASAFUMI; ICHII YASUO
Applicant(s): KAWASAKI STEEL CORP
Requested Patent: ☐ JP9103051
Application Number: JP19950260259 19951006
Priority Number(s):
IPC Classification: H02K11/00; G01L3/22; G01M19/00
EC Classification:
Equivalents: JP2986718B2

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to obtain the torque from a specific formula with only a primary current, by finding an excitation current of variable speed driving apparatus previously, measuring the primary current of each squirrel-cage type three phase induction motor, and calculating a torque current from the specific formula.

SOLUTION: Each primary current (I_p) of squirrel-cage type three phase induction motors 2 with each speed variable under control of a variable speed driving device 3 is measured. A torque current (I_t) is calculated from a formula, $I_t = K_i(I_p^{<2>} - I_f^{<2>})^{<1/2>}$, where I_p is the primary current and (I_f) is an excitation current of the variable speed drive 3. The torque (T) is obtained in a formula, $T = K_t I_t$, where (K_i) is a given constant and (K_t) is a torque constant previously calculated. Since an excitation current of the squirrel-cage type three phase motor is known previously, the torque can be obtained easily only by measuring the primary current.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2986718号

(45) 発行日 平成11年(1999)12月6日

(24) 登録日 平成11年(1999)10月1日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
G 0 1 L 5/00		G 0 1 L 5/00	H
H 0 2 K 11/00		H 0 2 K 11/00	U

請求項の数 4 (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平7-260259	(73) 特許権者	000001258 川崎製鉄株式会社 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号
(22) 出願日	平成7年(1995)10月6日	(72) 発明者	志賀 浩二 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社 千葉製鉄所内
(65) 公開番号	特開平9-103051	(72) 発明者	長田 雅史 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社 千葉製鉄所内
(43) 公開日	平成9年(1997)4月15日	(72) 発明者	市井 康雄 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社 千葉製鉄所内
審査請求日	平成9年(1997)12月24日	(74) 代理人	弁理士 小杉 佳男 (外2名)
		審査官	福田 裕司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動機の負荷測定方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 1台の変速駆動装置を用いて速度制御を行う複数のかご型三相誘導電動機の各1次電流 I_p を測定し、前記可変速駆動装置の励磁電流 I_f と前記1次電流 I_p の測定値とから、トルク電流 I_t を下記(1)

$$I_t = K_1 \sqrt{I_p^2 - I_f^2} \quad \dots \dots (1)$$

$$T = K_t \cdot I_t \quad \dots \dots (2)$$

(K_1 : 定数)(K_t : 予め求めておいたトルク定数)

【請求項2】 前記励磁電流 I_f が一定制御値又は可変制御値であることを特徴とする請求項1記載の電動機の

式により演算し、該演算に基づいてトルク T を下記

(2) 式により求めることを特徴とする電動機の負荷測定方法。

【数1】

負荷測定方法。

【請求項3】 前記励磁電流 I_f が前記可変速駆動装置

(2)

第 2 9 8 6 7 1 8 号

1

の内部制御量である励磁電流指令値であることを特徴とする請求項 1 記載の電動機の負荷測定方法。

【請求項 4】 複数のかご型三相誘導電動機を 1 台の可変速駆動装置を用いて速度制御する装置に附加される装置であって、該可変速駆動装置の励磁電流と該各かご型三相誘導電動機の 1 次電流の測定値とから各かご型三相誘導電動機のトルクを演算推定する推定装置と、該演算推定されたトルクを規定値と比較し前記各かご型三相誘導電動機の負荷の診断を行い信号を出力する診断判定装置とを備えたことを特徴とする電動機の負荷測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、かご型三相誘導電動機を可変速駆動する場合の負荷の異常診断を行う電動機の負荷測定方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般にかご型三相誘導電動機の負荷トルクを推定し、負荷の異常診断を行う場合瞬時トルクは必要でなく、100 [ms] 程度毎に得られれば充分である。そこで、かご型三相誘導電動機のトルクを求める技法としては、トルクセンサを用いる方法や、各相の 1 次電流と電動機の回転数を使用する 3 相 / 2 相変換による方法や電動機出力と回転数から求める方法などがある。トルクセンサを用いる方法は、電動機の回転軸に歪みゲージを取付け、回転軸のねじり剛性からトルクを推定する。3 相 / 2 相変換による負荷トルクの推定方法は、かご型三相誘導電流において、各相の 1 次電流と回転数を測定して、各相の 1 次電流をトルク電流と励磁電流に分離し、この分離したトルク電流を使用してトルクを推定する。

【0003】また、特開平 2-146979 号公報には、トルクの定義より、

$$P = \omega T$$

から電動機出力と回転数からトルクを演算して求める方法が開示されている。

【0004】

$$I_t = K_1 \sqrt{I_p^2 - I_f^2} \quad \dots \dots (1)$$

$$T = K_t \cdot I_t \quad \dots \dots (2)$$

(K_1 : 定数)

(K_t : 予め求めておいたトルク定数)

【0009】この場合に、励磁電流 I_f を可変制御して速度制御を行っている場合には、励磁電流 I_f と 1 次電流 I_p の双方を測定し、トルク電流 I_t を上記 (1) 式より求め、トルク T を上記 (2) 式より負荷トルクを求めるものである。また、励磁電流 I_f は可変速駆動装置の内部制御量である励磁電流指令値を用いることにより

2

【発明が解決しようとする課題】トルクセンサを使用してトルクを推定する方法では、回転軸に取り付けたセンサの信号を固定子側に伝送する装置が必要である。また、3 相 / 2 相変換を使用してトルクを求める方法は、3 相の各相の電流を測定し、かつ電動機 1 台毎に速度センサを取り付け、瞬時値を用いて演算を行うため、高速の演算装置が必要になり、また可変速駆動装置 1 台で電動機を多数台駆動する場合においてもセンサは電動機 1 台毎に必要なとなる。

【0005】一方、可変速駆動技術の進歩から、多数の電動機を 1 台の可変速駆動装置で駆動することが可能となり、信頼性、経済性が向上しているが、この場合、電動機 1 台ごとの負荷トルクを求めることは一層困難となる。別の方法として、可変速駆動装置には内部制御量としてトルク電流指令という制御量が存在するので、その制御量を使用すればトルクの測定を行うことはできるが、この方法は電動機 1 台に対し可変速駆動装置 1 台を付属していないと、電動機 1 台分のトルク測定が不可能である。

【0006】本発明は、上記の問題点を解決するために開発されたものであって、1 台の可変速駆動装置で多数のかご型三相誘導電動機を速度制御を行うシステムにおいて、各電動機の 1 次電流 I_p 及び可変速駆動装置の励磁電流 I_f の測定値から各電動機の負荷トルクを推定するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数のかご型三相誘導電動機を 1 台の可変速駆動装置を用いて速度制御を行う際において、可変速駆動装置の励磁電流 I_f を一定制御して行っている場合には予め励磁電流 I_f を求めておき、各かご型三相誘導電動機の 1 次電流 I_p を測定し、これらの値からトルク電流 I_t を下記 (1) 式より求め、ついで下記 (2) 式より負荷トルクを求めるものである。

【0008】

【数 2】

負荷トルクを求めることとすれば好適である。

【0010】上記方法を好適に実施することができる本発明の装置は複数のかご型三相誘導電動機を 1 台の可変速駆動装置を用いて速度制御する装置に附加される装置であって、該可変速駆動装置の励磁電流と該各かご型三相誘導電動機の 1 次電流の測定値とから各かご型三相誘

(3)

第 2 9 8 6 7 1 8 号

3

導電動機のトルクを演算推定する推定装置と、該演算推定されたトルクを規定値と比較し前記各かご型三相誘導電動機の負荷の診断を行い信号を出力する診断判定装置とを備えたことを特徴とする電動機の負荷測定装置である。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】本発明によれば、1次電流に対する電動機の励磁電流の関係を予め測定しておき、かご型三相誘導電動機の1次電流を測定することによって上記(1)式からトルクが求まるのでトルクセンサ、速度センサが不要であり、または複雑な演算を高速に行う演算装置を必要としない。

【 0 0 1 2 】また、励磁電流を一定に制御している場合には、トルク電流の変化は測定量である一次電流の変化としてあらわれてくるので一次電流を測定するだけでトルクを求めることができる。また、金属圧延、製紙ラインなどにおいて、電動機が多数台ある場合、これを1台の可変速駆動装置にて駆動することが行われている。この場合励磁電流は1次電流に比べて約 $1/10 \sim 1/5$ と小さいため、多数のかご型三相誘導電動機を1台の可変速駆動装置で駆動する場合においては、各電動機の励磁電流はほぼ同一と見なしてもトルクの推定精度を悪化させることはない。従来、複数のかご型三相誘導電動機を1台の可変速駆動装置で駆動する場合には、各電動機毎に、速度センサ、電流センサが必要であったが、本発明では各電動機に電流センサを使用するだけで各電動機のトルクを推定することが可能である。

【 0 0 1 3 】

【実施例】図1は本発明を圧延ラインに適用して、各ロールのトルクを推定し設備故障の診断に用いた例を示すものである。多数のロール1にはそれぞれかご型三相誘導電動機2がとりつけられ、これらを1台の可変速駆動装置3が速度制御している。各電動機2に電流センサ4が取付けられ、その測定値はトルク推定装置5に入力される。

【 0 0 1 4 】トルク推定装置5は1次電流 I_p を入力して演算できる電流に変換する。変換器51とトルク演算装置53から構成されている。電流センサ4で測定され

4

た各電動機の1次電流 I_p は、変換器51に入力され、トルク演算装置53に送られる。トルク演算装置53は演算式(1)を用いてトルク電流 I_t に変換される。トルク推定装置5で演算推定されたトルク電流 I_t は診断装置6に入力される。診断装置6はトルクの大小を比較器61で規定値と比較し、設備の異常の有無を診断する。規定値より大きい場合警報機62がアラーム警報を発生し、規定値より小さい場合は表示器63は異常なしと判定し、なんらのアクションを行わない。この実施例のラインにおいては、励磁電流 I_f 一定制御であり上記(1)式の励磁電流は励磁電指令(定数)を用いている。尚、界磁弱め制御(出力一定制御)を行う場合には、励磁電流を可変速駆動装置より出力しトルク推定装置6に入力すればよい。

【 0 0 1 5 】

【発明の効果】本発明によれば、かご型三相誘導電動機について予め励磁電流が判っているのであれば、1次電流を測定するだけでトルクを簡単に求めることができる。従って、速度センサや演算回路が不要となり、安価に電動機の負荷診断ができるようになった。

【 0 0 1 6 】また、電動機の台数が多いプロセスライン等では、本発明方法により簡単に電動機の診断が可能になるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例のトルク推定方法を設備診断に適用したブロック図を示す。

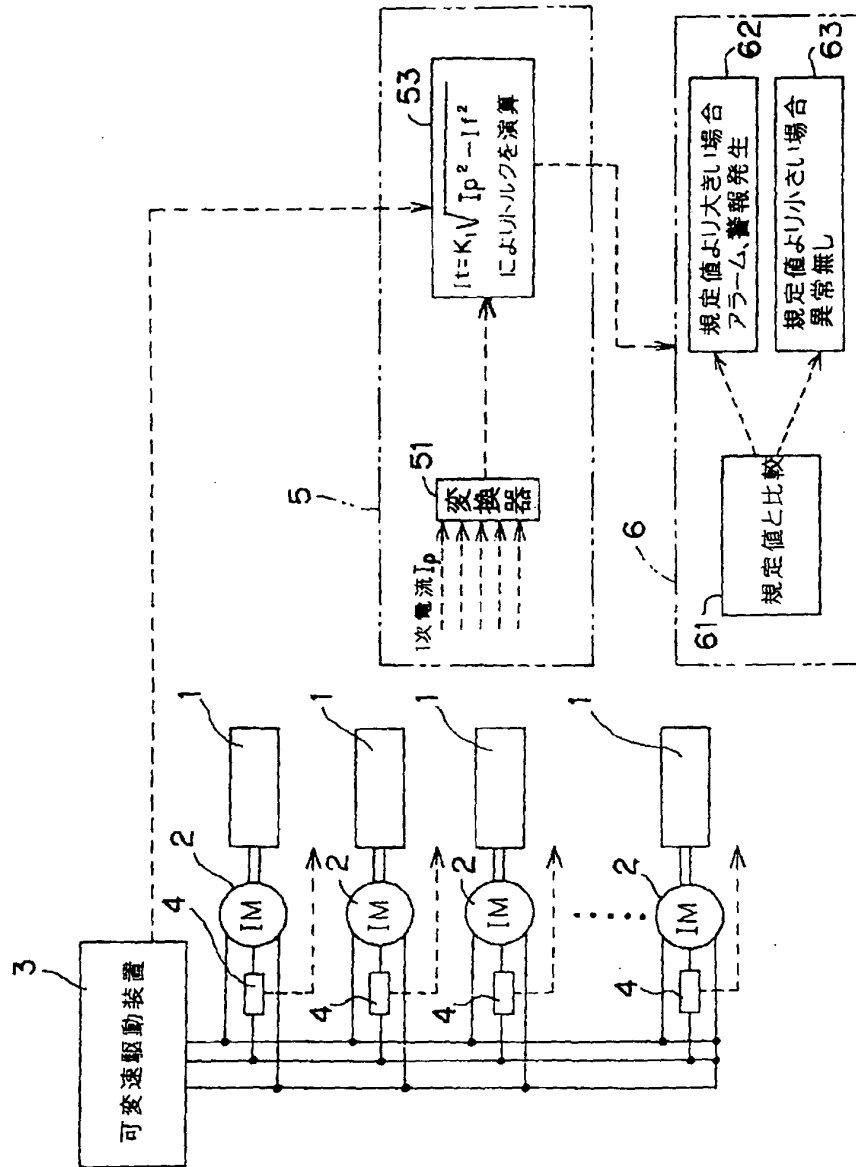
【符号の説明】

- 1 ロール
- 2 かご型三相誘導電動機
- 3 可変速駆動装置
- 4 電流センサ
- 5 トルク推定装置
- 6 診断装置
- 51 変換器
- 53 演算装置
- 61 比較器
- 62 警報機
- 63 表示機

(4)

第2986718号

【図1】



(5)

第 2 9 8 6 7 1 8 号

フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 昭57-129190 (J P , A)
 特開 昭57-101734 (J P , A)
 特開 平 1 -110081 (J P , A)
 特開 平 7 -75399 (J P , A)
 特開 平 7 -167928 (J P , A)
 特開 昭57-196887 (J P , A)
 特開 平 5 -38181 (J P , A)
 特開 昭57-145591 (J P , A)

(58) 調査した分野 (Int. Cl.⁶, D B 名)

G01L 5/00

H02K 11/00

1. JP,2986718,B

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

(57) [Claim(s)]

[Claim 1] Each primary current I_p of two or more cage type three-phase induction motors which perform speed control using one set of variable speed drive equipment I_t measures and they are the exciting current I_f of the aforementioned variable speed drive equipment, and the aforementioned primary current I_p . Measured value to torque current I_t Load measuring method of the motor characterized by calculating by following the (1) formula and searching for Torque T by following the (2) formula based on this operation.

[Equation 1]

$$I_t = K_1 \sqrt{I_p^2 - I_f^2} \quad \dots \dots (1)$$

$$T = K_t \cdot I_t \quad \dots \dots (2)$$

(K_1 : 定数)

(K_t : 予め求めておいたトルク定数)

[Claim 2] The aforementioned exciting current I_f Load measuring method of the motor according to claim 1 characterized by being a fixed control value or an adjustable control value.

[Claim 3] The aforementioned exciting current I_f Load measuring method of the motor according to claim 1 characterized by being the exciting-current instruction value which is the amount of internal control of the aforementioned variable speed drive equipment.

[Claim 4] Equipment added to the equipment which controls the speed using one set of variable speed drive equipment in two or more cage type three-phase induction motors characterized by providing the following. Presumed equipment which carries out operation presumption of the torque of each cage type three-phase induction motor from the exciting current of this variable speed drive equipment, and the measured value of the primary current of each of this cage type three-phase induction motor. Diagnostic judging equipment which diagnoses the load of each aforementioned cage type three-phase induction motor for this torque by which operation presumption was carried out as compared with default value, and outputs a signal.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the load measuring method and equipment of a motor which perform an unusual diagnosis of the load in the case of a cage type three-phase induction motor being driven at variable speed.

[0002]

[Description of the Prior Art] When presuming the load torque of a cage type three-phase induction motor generally and performing an unusual diagnosis of a load, instant torque is not required, and if it is acquired every 100 [ms] grades, it is enough. Then, there are a method by the three phase circuit / 2 phase conversion which uses the method of searching for the torque of a cage type three-phase induction motor using a torque sensor as a technique, the primary current of each phase, and the rotational frequency of a motor, the method of searching for from a motor output and a rotational frequency, etc. The method using a torque sensor attaches a strain gage in the axis of rotation of a motor, and presumes torque from the torsional rigidity of the axis of rotation. In the cage type three phase induced current, the presumed method of the load torque by the three phase circuit / 2 phase conversion measures the primary current and the rotational frequency of each phase, divides the primary current of each phase into torque current and an exciting current, and presumes torque using this separated torque current.

[0003] Moreover, the method of calculating and searching for torque from a motor output and a rotational frequency is indicated by JP,2-146979,A from $P = \omega T$ from the definition of torque.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The equipment which transmits the signal of the sensor attached in the axis of rotation to a stator side is required of the method of presuming torque using a torque sensor. Moreover, in order for the method of searching for torque using a three phase circuit / 2 phase conversion to measure the current of each phase of a three phase circuit, and to attach a speed sensor for every one motor and to calculate using instantaneous value, when a high-speed arithmetic unit is needed and it carries out the base drive of many motors with one variable speed drive equipment, a sensor is needed for every one motor.

[0005] although it becomes possible from progress of variable speed drive technology to drive many motors by one set of variable speed drive equipment on the other hand and reliability and economical efficiency are improving, it becomes much more difficult to search for the load torque for every one motor Although torque can be measured if the controlled variable is used since a controlled variable called torque current instructions exists in variable speed drive equipment as an amount of internal control as an option, if this method is not attached in one variable speed drive equipment to one motor, the torque measurement for one motor is impossible for it.

[0006] It is developed in order to solve above *****, and it sets to the system which performs speed control of many cage type three-phase induction motors by one set of variable speed drive equipment, and this invention is primary current I_p of each motor. And exciting current I_f of variable speed drive equipment The load torque of each motor is presumed from measured value.

[0007]

[Means for Solving the Problem] [in case this invention performs speed control for two or more cage type three-phase induction motors using one set of variable speed drive equipment] Exciting current I_f of variable speed drive equipment When carrying out by carrying out fixed control, it is an exciting current I_f beforehand. It asks. Primary current I_p of each cage type three-phase induction motor It measures and is torque current I_t from these values. It asks from following the (1) formula, and, subsequently load torque is searched for from following the (2) formula.

[0008]

[Equation 2]

$$I_t = K_1 \sqrt{I_p^2 - I_f^2} \quad \dots \dots (1)$$

$$T = K_t \cdot I_t \quad \dots \dots (2)$$

(K_1 : 定数)

(K_t : 予め求めておいたトルク定数)

[0009] In this case, exciting current I_f When adjustable control is carried out and speed control is being performed, it is an exciting current I_f . Primary current I_p Both sides are measured and it is torque current I_t . It asks from the above-mentioned (1) formula, and load torque is searched for for Torque T from the above-mentioned (2) formula. Moreover, exciting current I_f It is suitable if load torque is searched for by using the exciting-current instruction value which is the amount of internal control of variable speed drive equipment.

[0010] The equipment of this invention which can enforce the above-mentioned method suitably is equipment added to the equipment which controls the speed using one set of variable speed drive equipment in two or more cage type three-phase induction motors. The presumed equipment which carries out operation presumption of the torque of each cage type three-phase induction motor from the exciting current of this variable speed drive equipment, and the measured value of the primary current of each of this cage type three-phase induction motor, It is the load measuring device of the motor characterized by having diagnostic judging equipment which diagnoses the load of each aforementioned cage type three-phase induction motor for this torque by which operation presumption was carried out as compared with default value, and outputs a signal.

[0011]

[Embodiments of the Invention] According to this invention, the relation of the exciting current of a motor to primary current is measured beforehand, and since torque can be found from the above-mentioned (1) formula by measuring the primary current of a cage type three-phase induction motor, a torque sensor and a speed sensor do not need the arithmetic unit which performs a complicated operation at high speed unnecessarily.

[0012] Moreover, since change of torque current appears as change of the primary current which is a measurand when the exciting current is being controlled uniformly, torque can be searched for only by measuring the primary current. Moreover, in metal rolling, the paper manufacture line, etc., when there are several many motors, driving this by one set of variable speed drive equipment is performed. In this case, about $1/10 - 1/5$, since it is small compared with primary current, when driving many cage type three-phase induction motors by one set of variable speed drive equipment, even if an exciting current considers that the exciting current of each motor is almost the same, it does not worsen the presumed precision of torque. Conventionally, when driving two or more cage type three-phase induction motors by one set of variable speed drive equipment, it is possible to presume the torque of each motor only by using a current sensor for each motor by this invention for every motor, although the speed sensor and the current sensor were required.

[0013]

[Example] Drawing 1 applies this invention to a rolling line, and shows the example which presumed the torque of each roll and was used for the diagnosis of facility failure. The cage type three-phase induction motor 2 was attached in much rolls 1, respectively, and one set of variable speed drive equipment 3 has controlled the speed in these. A current sensor 4 is attached in each motor 2, and the measured value is inputted into torque presumption equipment 5.

[0014] Torque presumption equipment 5 is primary current I_p . It changes into the current which can be inputted and calculated. It consists of a converter 51 and a torque arithmetic unit 53. Primary current I_p of each motor measured by the current sensor 4 It is inputted into a converter 51 and sent to the torque arithmetic unit 53. The torque arithmetic unit 53 uses operation expression (1), and is torque current I_t . It is changed. Torque current I_t by which operation presumption was carried out with torque presumption equipment 5 It is inputted into diagnostic equipment 6. Diagnostic equipment 6 diagnoses the existence of the abnormalities of a facility for the size of torque by the comparator 61 as compared with default value. When larger than default value, an alarm 62 generates an alarm alarm, when smaller than default value, it judges with a drop 63 having no abnormalities, and any action is not performed. In the line of this example, it is exciting-current I_f fixed control, and the exciting current of the above-mentioned (1) formula uses excitation ***** (constant). In addition, what is necessary is to output an exciting current from variable speed drive equipment, and just to input into torque presumption equipment 6, when performing field weak control (output fixed control).

[0015]

[Effect of the Invention] If the exciting current is beforehand known about the cage type three-phase induction motor according to this invention, torque can be easily searched for only by measuring primary current. Therefore, a speed sensor and an arithmetic circuit become unnecessary and it came to be able to perform a load diagnosis of a motor cheaply.

[0016] Moreover, in a process line with much number of a motor, it is effective in a diagnosis of a motor being simply attained by this invention method.

[Translation done.]

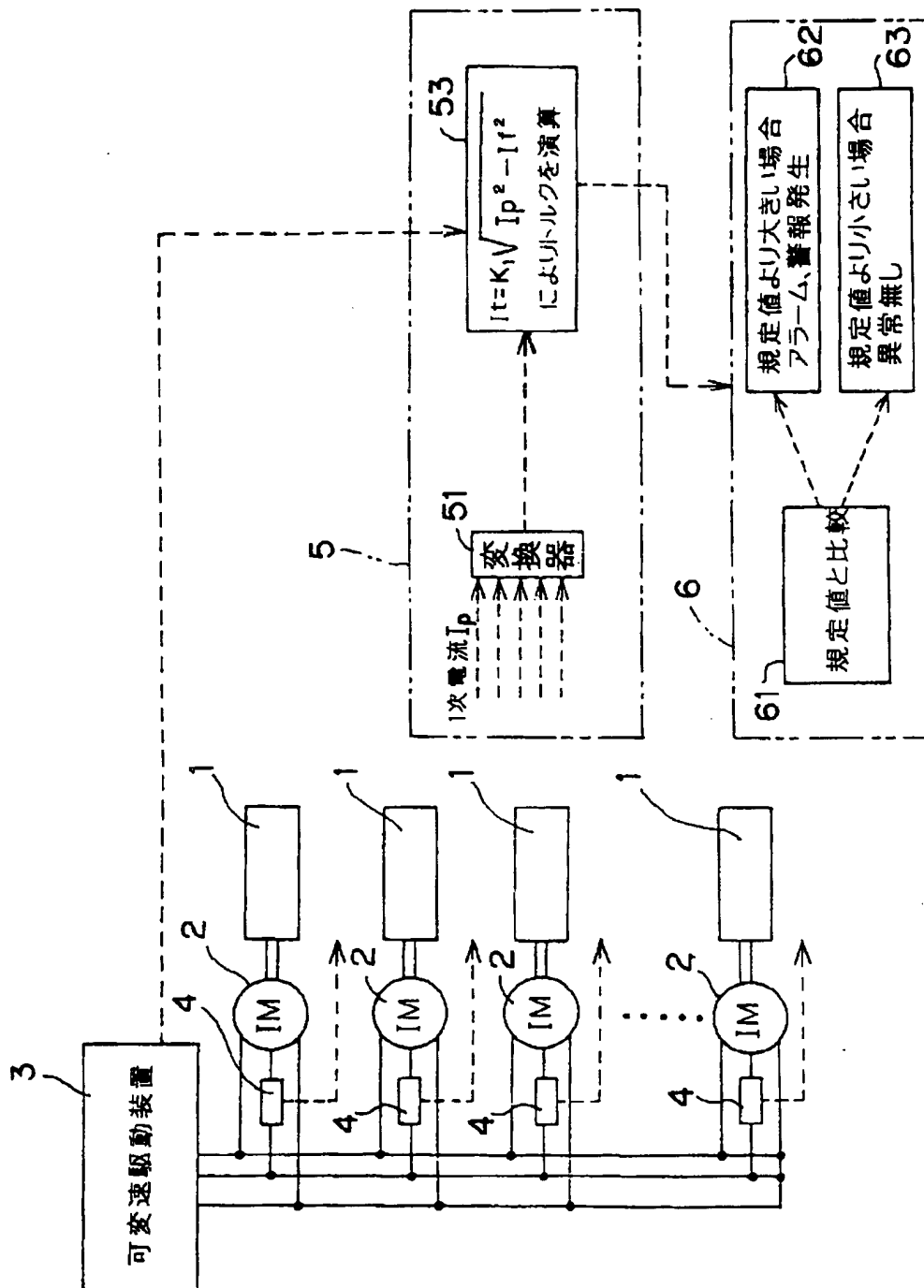
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



• [Translation done.]